

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-285740

(43)Date of publication of application : 02.11.1993

(51)Int.Cl.

B23P 15/28
B23B 27/14
C23C 16/34

(21)Application number : 04-115404

(71)Applicant : MITSUBISHI MATERIALS CORP

(22)Date of filing : 08.04.1992

(72)Inventor : KAWAMURA MASAO

(54) HARD LAYER COATED CUTTING TOOL AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a physically deposited TiN hard layer coated cutting tool excellent in defect and wear resistance, and its manufacture.

CONSTITUTION: This is a hard layer coated cutting tool which comprises a physically deposited TiN hard layer coated over its substrate wherein the residual compression stress of the layer is 0.9 to 1.25GPa, and its average grain size is 190 to 270 angstrom. In the manufacture of the hard layer coated cutting tool in which a TiN hard layer is physically deposited over the surface of the substrate while bias voltage is being applied to the substrate, and bias voltage is controlled to be gradually lowered shortly after physical deposition is started.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 02.03.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 11.07.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the defect resistant and wear-resistant outstanding physical-vapor-deposition titanium nitride hard layer (it is hereafter described as TiN hard layer) covering cutting tool to cutting of severe conditions.

[0002]

[Description of the Prior Art] The TiN hard layer covering cutting tool which generally comes to form a TiN hard layer in the front face of the base which consisted of WC radical cemented carbide, a TiCN radical cermet, or ceramics with physical vapor deposition, such as ion play TIGU, is known. It is known that the TiN hard layer in which the high residual compression stress of 0.9 or more GPa exists in the above-mentioned TiN hard layer, and the applied high residual compression stress exists is also excellent in defect resistance. the residual compression stress of the above-mentioned TiN hard layer -- "the Japan Institute of Metals" -- the 49th volume -- the 2nd -- No. (1985) P120-124 and the "Japan Institute of Metals" -- the 49th volume -- the 9th -- it is explained by No. (1985) P773-778 in full detail.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, although the big TiN hard layer of the above-mentioned residual compression stress was excellent in defect resistance, its abrasion resistance was low, and it was not able to respond enough to cutting of severe conditions in the cutting tool which comes to cover the big TiN hard layer of this residual compression stress.

[0004]

[Means for Solving the Problem] Then, the result of having inquired so that both this invention persons etc. may get the TiN hard layer covering cutting tool excellent in defect resistance and abrasion resistance, Although abrasion resistance was insufficient for the big TiN hard layer of the residual compression stress formed by the conventional physical vapor deposition since the diameter of average crystal grain served as coarse grain 280A or more Abrasion resistance of the TiN hard layer which the diameter of average crystal grain made detailed to 270A or less even if residual compression stress was large also improves maintaining the above-mentioned defect resistance excellently. The TiN hard layer which this diameter of average crystal grain made detailed to 270A or less acquired the knowledge of being obtained by controlling to lower the bias voltage of physical-vapor-deposition equipment gradually from the time of physical-vapor-deposition initiation.

[0005] This invention is made based on this knowledge (1). In the hard layer covering cutting tool which comes to cover a TiN hard layer on a base front face the above-mentioned TiN hard layer Residual compression stress : 0.9 - 1.25GPa, the hard layer covering cutting tool which has diameter: of average crystal grain 190-270 A, And (2) In the manufacturing method of the hard layer covering cutting tool which carries out the physical vapor deposition of the TiN hard layer to the front face of the above-mentioned base while applying bias voltage to a base It has the description in the manufacturing method of the hard layer covering cutting tool controlled to lower the above-mentioned bias voltage gradually from the time of physical-vapor-deposition initiation.

[0006] In the conventional physical vapor deposition, the bias voltage concerning a base from the place currently held uniformly. Although it will be thought that the temperature of a base rises gradually, the crystal grain of a TiN hard layer also makes big and rough the residual compression stress of the TiN hard layer formed in a base front face at the same time it increases, and the abrasion resistance of a TiN hard layer falls if a physical vapor deposition is continued. On the other hand, like this invention, if the bias voltage concerning a base is lowered gradually. The temperature of a base is held uniformly and big and rough-ization of the crystal grain of a TiN hard layer is avoided. The residual compression stress of a TiN hard layer is held within the limits of 0.9-1.25GPa, and it is thought that defect resistance was able to raise the abrasion resistance by making crystal grain of a TiN hard layer detailed, being maintained by the level almost equivalent to the former.

[0007] If the residual compression stress of the TiN hard layer of the hard layer covering cutting tool of this invention is smaller than 0.9GPa(s), sufficient defect resistance will not be obtained, and on the other hand, if residual compression stress is larger than 1.25GPa(s), the fall of adhesion is not remarkably desirable. Therefore, the residual compression stress of the TiN hard layer of the hard layer covering cutting tool of this invention was set to 0.9GPa-1.25GPa.

[0008] Moreover, it is difficult to control the diameter of average crystal grain of the above-mentioned TiN hard layer by the approach of lowering the bias voltage of this invention toward termination from physical-vapor-deposition initiation to less than 190Å, and since abrasion resistance will fall rapidly if the diameter of average crystal grain is made larger than 270Å on the other hand, without lowering bias voltage, it is not desirable. Therefore, the diameter of average crystal grain of a TiN hard layer was set to 190-270Å.

[0009] As for the bias voltage added [diameter / of average crystal grain / 0.9GPa-1.25GPa and] in the residual compression stress of the above-mentioned TiN hard layer in order to make it 190-270Å, it is desirable to make it descend within the limits of 50-700V.

[0010]

[Example] Below, the example of the hard layer covering cutting tool of this invention and its manufacturing method is concretely explained based on a drawing.

[0011] As raw material powder, respectively Mean-particle-diameter:3micrometer Co powder, TiC powder, TaC powder and WC powder are prepared. These powder Co powder:9 % of the weight, It blends so that it may remain and may become :WC powder 2% of the weight. TiC powder: -- 1 % of the weight and TaC powder: -- After mixing, the chip made from WC radical cemented carbide which casts to a green compact, sinters this green compact on condition that usual, manufactures a sintered compact, carries out grinding of this sintered compact, has the configuration of ISO standard TANGA160408, and has the quality of the material equivalent to ISO standard P30 was produced.

[0012] It equipped above [in the fission reactor 1 of the structure which uses this chip made from WC radical cemented carbide as a base 3, and is shown in drawing 1], and, on the other hand, was filled up with titanium metal 6 in the crucible 4 installed down [in a fission reactor 1].

[0013] In this condition, the pressure in a fission reactor 1 was exhausted so that it might become the vacuum of 1×10^{-5} Torr, and the temperature up of the temperature in a fission reactor 1 was carried out to 700 degrees C at the heater 8.

[0014] Although the inside of a fission reactor 1 was held to this temperature, Ar gas was supplied through the reactant gas inlet 2 from the massflow controller 9, and after holding in Ar gas ambient atmosphere of 5×10^{-2} Torr and carrying out bombardment cleaning of the base 3, the above-mentioned Ar gas was discharged from the fission reactor 1.

[0015] Next, heating evaporation of the titanium metal 6 is carried out with an electron beam 7, a forward electrical potential difference is impressed to an electrode pattern 5, and discharge is made to occur with the secondary electron which the electron beam 7 collided with melting titanium metal 6, and generated between an electrode pattern 5 and melting titanium metal 6, and the metallic fumes which evaporated from the front face of melting titanium metal 6. While performing this actuation, the massflow controller 9 was controlled by the vacuum gage 10 and the pressure controller 11, nitrogen gas was supplied, and the physical vapor deposition of a TiN hard layer was started.

[0016] After starting the above-mentioned physical vapor deposition, the skin temperature of a base 3 was supervised with the emission pyrometer 12, the physical vapor deposition was carried out for 60 minutes, lowering bias voltage gradually on the conditions shown in Table 1 in order to maintain the signal at bias power supply 13 through a temperature controller 14 at delivery and the temperature shown in Table 1 in the skin temperature of a base 3, and the manufacturing methods 1-20 of the covering cutting tool which has a thickness:3.0micrometer TiN hard layer were enforced.

[0017]

[Table 1]

種 別		バイアス電圧 (V)		基 体 温 度 (物理蒸着時間：60分)
		物理蒸着 開始時	物理蒸着 終了時	
被 覆 切 削 工 具 の 製 造 法	1	- 1 5	- 1 5	5 0 0℃から5 1 0℃に上昇
	2	- 2 0	- 2 0	5 0 0℃から5 1 3℃に上昇
	3	- 2 5	- 2 5	5 0 0℃から5 1 5℃に上昇
	4	- 3 0	- 3 0	5 0 0℃から5 1 8℃に上昇
	5	- 3 5	- 3 5	5 0 0℃から5 2 0℃に上昇
	6	- 4 0	- 4 0	5 0 0℃から5 2 2℃に上昇
	7	- 4 5	- 4 5	5 0 0℃から5 2 6℃に上昇
	8	- 1 0 0	- 5 0	5 0 0℃一定
	9	- 2 0 0	- 9 8	5 0 0℃一定
	1 0	- 2 5 0	- 1 8 2	5 0 0℃一定
	1 1	- 3 0 0	- 1 7 5	5 0 0℃一定
	1 2	- 3 5 0	- 1 7 8	5 0 0℃一定
	1 3	- 4 0 0	- 1 6 0	5 0 0℃一定
	1 4	- 5 0 0	- 1 2 7	5 0 0℃一定
	1 5	- 7 0 0	- 2 0 5	5 0 0℃一定
	1 6	- 7 2 0	- 7 2 0	5 0 0℃から5 7 3℃に上昇
	1 7	- 7 3 0	- 7 3 0	5 0 0℃から5 8 2℃に上昇
	1 8	- 7 4 0	- 7 4 0	5 0 0℃から5 8 6℃に上昇
	1 9	- 7 5 0	- 7 5 0	5 0 0℃から5 8 9℃に上昇
	2 0	- 7 6 0	- 7 6 0	5 0 0℃から5 9 2℃に上昇

[0018] CuK alpha rays (collimated beam) are used about the hard layer covering cutting tools 1-20 obtained according to the manufacturing methods 1-20 of the above-mentioned hard layer covering cutting tool, and it is $2\theta \cdot \sin^2$. The following formula was used and asked for residual-compression-stress σ_{γ} of a TiN hard layer from ψ relation straight line, and the result was shown in Table 2.

$\sigma = \left[\frac{E \cot \theta}{2(1+\nu)} - \frac{\pi}{180} \right] - \left[\frac{\Delta(2\theta)}{\Delta(\sin^2 \psi)} \right]$

However, θ : Standard Bragg-angle E : Young's-modulus ν : Poisson's-ratio σ : The X diffraction of the above-mentioned TiN hard layer was carried out to the residual-compression-stress pan, the diameter of average crystal grain was computed to it by the formula of Scherrer using the half peak width of a field (200), and the result was shown in it in Table 2.

[0019] About the hard layer covering cutting tools 1-20 which have the residual compression stress and the diameter of average crystal grain which are shown in Table 2, the intermittence dry type cutting trial and the continuation dry type cutting trial were performed on condition that the following, and those results were also shown in Table 2.

[0020] ** -ed [intermittence dry type cutting trial] material: -- the conditions of the cylinder object with which four slots stuck to the shaft-orientations periphery by the product made from SCM440 (Brinell hardness: 300), cutting speed: 100m/min., delivery: 0.21mm/rev., infeed: 1.0mm, and cutting-time: 2min. ** -- intermittence dry type cutting -- carrying out -- ten trials -- the cutting edge which the deficit of the cutting edges generated -- the number was measured.

[0021] ** [-ed / continuation dry type cutting trial] material: Carry out continuation dry type cutting on condition that SNCM439 (Brinell hardness: 250), cutting speed: 180m/min., delivery: 0.3mm/rev., and infeed: 1.5mm**, and it is flank wear width-of-face: VB. Time amount (minute) until it is set to 0.3mm was measured, and the crater depth at the time of 15-minute cutting was also collectively measured at this time.

[0022]

[Table 2]

種 類		残留圧縮応力 (GPa)	平均結晶粒径 (オングスト ローム)	断 続 切 削	連 続 切 削		
				10個の切刃中 の欠損切刃数 (個)	$V_B = 0.3 \text{ mm}$ になるまでの時間 (分)	15分切削後の クレーター摩耗深さ (μm)	
本 発 明 外 品	被 覆	1	0.10	270	10	6.5	8分後に欠損
		2	0.25	250	10	7.3	9.2分後に欠損
		3	0.40	240	9	9.1	11分後に欠損
		4	0.53	230	7	10.4	12.3分後に欠損
		5	0.64	220	5	14.6	98
		6	0.75	200	4	17.3	79
		7	0.80	190	2	18.1	70
本 発 明 品	切 削	8	0.90	190	0	21.2	63
		9	0.92	215	0	21.3	61
		10	0.98	260	0	21.5	62
		11	1.03	220	0	21.4	62
		12	1.12	250	0	21.3	61
		13	1.15	235	0	21.2	60
		14	1.20	200	0	20.9	59
		15	1.25	270	1	20.8	63
本 発 明 外 品	工 具	16	1.32	275	1	19.9	95
		17	1.40	280	2	16.4	161
		18	1.70	283	4	10.7	12分後に欠損
		19	1.90	287	4	10.1	11分後に欠損
		20	2.30	290	5	9.8	10分後に欠損

[0023]

[Effect of the Invention] It turns out that the covering cutting tools 8-15 of this invention article which has the TiN hard layer which carries out a physical vapor deposition on condition that the manufacturing methods 1-20 of the covering cutting tool shown in Table 1, has residual compression stress within the limits of 0.9GPa-1.25GPa as a result of producing the TiN hard layer covering cutting tools 1-20 which have the residual compression stress and the diameter of average crystal grain which are shown in Table 2, and is within the limits of diameter: of average crystal grain 190-270 Å are most excellent in defect resistance and abrasion resistance.

[0024] However, residual compression stress is 0.8 or less GPa, the covering cutting tools 1-7 and residual compression stress of the elegance outside this invention which has a diameter of average crystal grain in 190-270Å are 1.32 or more GPa, defect resistance falls and, as for the covering cutting tools 16-20 of the elegance outside this invention with the bigger diameter of average crystal grain than

270A, abrasion resistance is also further known by falling.

[0025] As mentioned above, the TiN hard layer covering cutting tool which adjusted residual compression stress and the diameter of average crystal grain to the predetermined range can fully respond to cutting of severe conditions, and does so the effectiveness which was excellent on industry.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the schematic diagram of the physical-vapor-deposition equipment used for manufacture of the hard layer covering cutting tool of this invention.

[Description of Notations]

- 1 Fission Reactor
- 2 Reactant Gas Inlet
- 3 Base
- 4 Crucible
- 5 Electrode Pattern
- 6 Titanium Metal
- 7 Electron Beam
- 8 Heater
- 9 Massflow Controller
- 10 Vacuum Gage
- 11 Pressure Controller
- 12 Emission Pyrometer
- 13 Bias Power Supply
- 14 Temperature Controller

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the hard layer covering cutting tool characterized by for the above-mentioned TiN hard layer having residual-compression-stress:0.9-1.25GPa in the hard layer covering cutting tool which comes to cover a titanium nitride (for it to be hereafter described as TiN) hard layer on the base front face which consists of cemented carbide, a cermet, or ceramics, and having diameter:of average crystal grain190-270 Å.

[Claim 2] The manufacturing method of the hard layer covering cutting tool characterized by controlling to lower the above-mentioned bias voltage to the front face of the above-mentioned base gradually from the time of physical-vapor-deposition initiation in the manufacturing method of the hard layer covering cutting tool which carries out the physical vapor deposition of the TiN hard layer, inserting in the base which consists of cemented carbide, a cermet, or ceramics in the fission reactor of usual physical-vapor-deposition equipment, and applying bias voltage to the above-mentioned base.

[Translation done.]

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-285740

(43)公開日 平成5年(1993)11月2日

(51)IntCl ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 P 15/28	A	7041-3C		
B 2 3 B 27/14	A	8612-3C		
C 2 3 C 16/34		7325-4K		

審査請求 未請求 請求項の数2(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平4-115404

(22)出願日 平成4年(1992)4月8日

(71)出願人 000006264

三菱マテリアル株式会社

東京都千代田区大手町1丁目5番1号

(72)発明者 河村 正雄

茨城県結城郡石下町大字古間木1511番地

三菱マテリアル株式会社筑波製作所内

(74)代理人 弁理士 富田 和夫 (外1名)

(54)【発明の名称】 硬質層被覆切削工具およびその製造法

(57)【要約】

【目的】 耐久損性および耐摩耗性に優れた物理蒸着TiN硬質層被覆切削工具およびその製造法を提供する。

【構成】 (1) 残留圧縮応力: 0.9~1.25GPaを有しかつ平均結晶粒径: 190~270オングストロームを有する物理蒸着TiN硬質層を基体に被覆してなる硬質層被覆切削工具。

(2) 基体にバイアス電圧をかけながら上記基体の表面にTiN硬質層を物理蒸着する硬質層被覆切削工具の製造法において、上記バイアス電圧を物理蒸着開始時より徐々に下げるように制御する硬質層被覆切削工具の製造法。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 超硬合金、サーメットまたはセラミックスからなる基体表面に窒化チタン（以下、TiNと記す）硬質層を被覆してなる硬質層被覆切削工具において、

上記TiN硬質層は、残留圧縮応力：0.9～1.25 GPaを有し、かつ、平均結晶粒径：190～270オングストロームを有することを特徴とする硬質層被覆切削工具。

【請求項2】 超硬合金、サーメットまたはセラミックスからなる基体を通常の物理蒸着装置の反応炉内に装入し、上記基体にバイアス電圧をかけながら上記基体の表面にTiN硬質層を物理蒸着する硬質層被覆切削工具の製造法において、

上記バイアス電圧を物理蒸着開始時より徐々に下げように制御することを特徴とする硬質層被覆切削工具の製造法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、苛酷な条件の切削に対して耐欠損性および耐摩耗性の優れた物理蒸着窒化チタン硬質層（以下、TiN硬質層と記す）被覆切削工具に関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般に、WC基超硬合金、TiCN基サーメットまたはセラミックスで構成された基体の表面にTiN硬質層をイオンプレーティングなどの物理蒸着法により形成してなるTiN硬質層被覆切削工具は知られている。上記TiN硬質層には0.9GPa以上の高い残留圧縮応力が存在しており、かかる高い残留圧縮応力が存在するTiN硬質層は耐欠損性に優れることも知られている。上記TiN硬質層の残留圧縮応力については、例えば「日本金属学会誌」第49巻第2号（1985）P120～124および「日本金属学会誌」第49巻第9号（1985）P773～778に詳述されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記残留圧縮応力の大きなTiN硬質層は、耐欠損性に優れるものの耐摩耗性が低く、かかる残留圧縮応力の大きなTiN硬質層を被覆してなる切削工具では苛酷な条件の切削に対して十分対応することができなかった。

【0004】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明者等は、耐欠損性および耐摩耗性が共に優れたTiN硬質層被覆切削工具を得るべく研究を行った結果、従来の物理蒸着法により形成された残留圧縮応力の大きなTiN硬質層は、平均結晶粒径が280オングストローム以上の粗粒となっているために耐摩耗性が不足していたが、残留圧縮応力が大きくても平均結晶粒径が270オングストローム以下に微細化したTiN硬質層は上記耐欠損性を高

水準に維持したまま耐摩耗性も向上し、かかる平均結晶粒径が270オングストローム以下に微細化したTiN硬質層は、物理蒸着装置のバイアス電圧を物理蒸着開始時より徐々に下げるように制御することにより得られる、という知見を得たのである。

【0005】この発明は、かかる知見にもとづいてなされたものであって、（1）基体表面にTiN硬質層を被覆してなる硬質層被覆切削工具において、上記TiN硬質層は、残留圧縮応力：0.9～1.25 GPa、平均結晶粒径：190～270オングストロームを有する硬質層被覆切削工具、および、（2）基体にバイアス電圧をかけながら上記基体の表面にTiN硬質層を物理蒸着する硬質層被覆切削工具の製造法において、上記バイアス電圧を物理蒸着開始時より徐々に下げるように制御する硬質層被覆切削工具の製造法、に特徴を有するものである。

【0006】従来の物理蒸着法では、基体にかかるバイアス電圧を一定に保持されているところから、物理蒸着を続けると基体の温度が次第に上昇し、基体表面に形成されるTiN硬質層の残留圧縮応力は増加すると同時にTiN硬質層の結晶粒も粗大化し、TiN硬質層の耐摩耗性が低下するものと考えられるが、一方、この発明のように、基体にかかるバイアス電圧を徐々に下げると、基体の温度は一定に保持されてTiN硬質層の結晶粒の粗大化は避けられ、TiN硬質層の残留圧縮応力は0.9～1.25 GPaの範囲内に保持され、耐欠損性は従来とほぼ同等の水準に維持されつつTiN硬質層の結晶粒を微細化することによる耐摩耗性を向上させることができたものと考えられる。

【0007】この発明の硬質層被覆切削工具のTiN硬質層の残留圧縮応力が0.9 GPaよりも小さいと十分な耐欠損性が得られず、一方、残留圧縮応力が1.25 GPaよりも大きいと密着性の低下が著しく好ましくない。したがって、この発明の硬質層被覆切削工具のTiN硬質層の残留圧縮応力は0.9 GPa～1.25 GPaに定めた。

【0008】また、上記TiN硬質層の平均結晶粒径をこの発明のバイアス電圧を物理蒸着開始から終了に向って下げる方法で190オングストローム未満に制御することは難しく、一方、バイアス電圧を下げることなく平均結晶粒径を270オングストロームより大きくすると耐摩耗性が急激に低下するので好ましくない。したがって、TiN硬質層の平均結晶粒径は190～270オングストロームに定めた。

【0009】上記TiN硬質層の残留圧縮応力を0.9 GPa～1.25 GPaおよび平均結晶粒径を190～270オングストロームにするために付加されるバイアス電圧は、50～700Vの範囲内で降下させるのが好ましい。

【0010】

【実施例】つぎに、この発明の硬質層被覆切削工具およびその製造法の実施例を図面に基つて具体的に説明する。

【0011】原料粉末として、それぞれ平均粒径： $3\mu\text{m}$ のCo粉末、TiC粉末、TaC粉末、WC粉末を用意し、これら粉末を、Co粉末：9重量%、TiC粉末：1重量%、TaC粉末：2重量%、残り：WC粉末となるように配合し、混合したのち、圧粉体に成型し、この圧粉体を通常の条件で焼結して焼結体を製造し、この焼結体を研削してISO規格TANGA160408の形状を有し、ISO規格P30相当の材質を有するWC基超合金製チップを作製した。

【0012】このWC基超合金製チップを基体3とし図1に示される構造の反応炉1内の上方に装着し、一方、反応炉1内の下方に設置されたルツボ4内には、金属チタン6を充填した。

【0013】かかる状態で反応炉1内の圧力を $1 \times 10^{-5}\text{Torr}$ の真空になるように排気し、ヒーター8により反応炉1内の温度を 700°C に昇温した。

【0014】反応炉1内をこの温度に保持しながら、マスフローコントローラー9から反応ガス導入口2を通し

てArガスを供給し、 $5 \times 10^{-2}\text{Torr}$ のArガス雰囲気中に保持して基体3をボンバードクリーニングしたのち、上記Arガスを反応炉1から排出した。

【0015】次に、金属チタン6を電子ビーム7により加熱蒸発させ、放電用電極5に正の電圧を印加し、放電用電極5と溶融金属チタン6の間に電子ビーム7が溶融金属チタン6に衝突して発生させた二次電子と、溶融金属チタン6の表面から蒸発した金属蒸気によって放電を生起させる。かかる操作を行なうと同時にマスフローコントローラー9を真空計10および圧力コントローラー11により制御し、窒素ガスを供給し、TiN硬質層の物理蒸着をスタートさせた。

【0016】上記物理蒸着をスタートさせたのち、輻射温度計12により基体3の表面温度を監視し、その信号をバイアス電源13に温度調節計14を介して送り、基体3の表面温度を表1に示される温度に保つべくバイアス電圧を表1に示される条件で徐々に下げながら60分物理蒸着し、厚さ： $3.0\mu\text{m}$ のTiN硬質層を有する被覆切削工具の製造法1~20を実施した。

【0017】

【表1】

種 別	バイアス電圧 (V)		基 体 温 度 (物理蒸着時間: 60分)
	物理蒸着 開始時	物理蒸着 終了時	
被 覆 切 削 工 具 の 製 造 法	1	-15	500℃から510℃に上昇
	2	-20	500℃から513℃に上昇
	3	-25	500℃から515℃に上昇
	4	-30	500℃から518℃に上昇
	5	-35	500℃から520℃に上昇
	6	-40	500℃から522℃に上昇
	7	-45	500℃から526℃に上昇
	8	-100	500℃一定
	9	-200	500℃一定
	10	-250	500℃一定
	11	-300	500℃一定
	12	-350	500℃一定
	13	-400	500℃一定
	14	-500	500℃一定
	15	-700	500℃一定
	16	-720	500℃から573℃に上昇
	17	-730	500℃から582℃に上昇
	18	-740	500℃から586℃に上昇
	19	-750	500℃から589℃に上昇
	20	-760	500℃から592℃に上昇

【0018】上記硬質層被覆切削工具の製造法1~20により得られた硬質層被覆切削工具1~20について、CuK α 線(平行ビーム)を用い、 $2\theta - \sin^2 \psi$ 関係直線からTiN硬質層の残留圧縮応力 σ_r を下記の式に用いて求め、その結果を表2に示した。

$$\sigma_r = \{ (E \cdot \cot \theta_0) / 2(1+\nu) \} \cdot \{ \pi / 180 \} \cdot \{ \delta(2\theta) / \delta(\sin^2 \psi) \}$$

但し、 θ_0 : 標準ブラッグ角

E : ヤング率

ν : ポアソン比

σ_r : 残留圧縮応力

さらに、上記TiN硬質層をX線回折し、(200)面の半価幅を用い、Scherrerの式により平均結晶粒径を算出し、その結果を表2に示した。

【0019】表2に示される残留圧縮応力および平均結晶粒径を有する硬質層被覆切削工具1~20について、*50

*下記の条件で断続乾式切削試験および連続乾式切削試験を行ない、それらの結果も表2に示した。

【0020】断続乾式切削試験

被削材: SCM440 (ブリネル硬さ: 300) 製で軸方向外周に4本の溝の付いた円柱体、

切削速度: 100m/min.、

送り: 0.21mm/rev.、

切込み: 1.0mm、

切削時間: 2min.、

の条件で断続乾式切削し、10個の試験切削刃のうちの欠損が発生した切削刃数を測定した。

【0021】連続乾式切削試験

被削材: SNCM439 (ブリネル硬さ: 250)、

切削速度: 180m/min.、

送り: 0.3mm/rev.、

切込み: 1.5mm、

の条件で連続乾式切削し、逃げ面摩耗幅： V_B が0.3 *【0022】

mmになるまでの時間(分)を測定し、この時15分切削 【表2】

時のクレーター摩耗深さも併せて測定した。 *

種 類		残留圧縮応力 (GPa)	平均結晶粒径 (オングスト ローム)	断 続 切 削	連 続 切 削		
				10回の切削中 の欠損切削回数 (個)	$V_f = 0.3$ mm になるまでの時間 (分)	15分切削後の クレーター摩耗深さ (μ m)	
本 発 明 被 覆 外 品	被 覆	1	0.10	270	10	6.5	8分後に欠損
		2	0.25	250	10	7.3	9.2分後に欠損
		3	0.40	240	9	9.1	11分後に欠損
		4	0.53	230	7	10.4	12.3分後に欠損
		5	0.64	220	5	14.6	98
		6	0.75	200	4	17.3	79
		7	0.80	190	2	18.1	70
本 発 明 切 削 工 具	切 削	8	0.90	190	0	21.2	63
		9	0.92	215	0	21.3	61
		10	0.98	260	0	21.5	62
		11	1.03	220	0	21.4	62
		12	1.12	250	0	21.3	61
		13	1.15	235	0	21.2	60
		14	1.20	200	0	20.9	59
本 発 明 工 具 外 品	工 具	15	1.25	270	1	20.8	63
		16	1.32	275	1	19.9	95
		17	1.40	280	2	16.4	161
		18	1.70	283	4	10.7	12分後に欠損
		19	1.90	287	4	10.1	11分後に欠損
		20	2.30	290	5	9.8	10分後に欠損

【0023】

【発明の効果】表1に示される被覆切削工具の製造法1～20の条件で物理蒸着し、表2に示される残留圧縮応力および平均結晶粒径を有するTiN硬質層被覆切削工具1～20を作製した結果、残留圧縮応力が0.9GPa～1.25GPaの範囲内にありかつ平均結晶粒径：190～270オングストロームの範囲内にあるTiN硬質層を有する本発明品の被覆切削工具8～15が最も耐欠損性および耐摩耗性に優れていることがわかる。

【0024】しかし、残留圧縮応力が0.8GPa以下であって平均結晶粒径が190～270オングストローム内にある本発明外品の被覆切削工具1～7および残留圧縮応力が1.32GPa以上であって平均結晶粒径が※50

※270オングストロームよりも大きな本発明外品の被覆切削工具16～20は、耐欠損性が低下しさらに耐摩耗性も低下していることがわかる。

【0025】上述のように、残留圧縮応力および平均結晶粒径を所定の範囲に調整したTiN硬質層被覆切削工具は、苛酷な条件の切削に対して十分に対応することができ、産業上すぐれた効果を奏するものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の硬質層被覆切削工具の製造に用いる物理蒸着装置の概略図である。

【符号の説明】

1 反応炉

2 反応ガス導入口

- 3 基体
4 ルツボ
5 放電用電極
6 金属チタン
7 電子ビーム
8 ヒーター

9

- 9 マスフローコントローラー
10 真空計
11 圧力コントローラー
12 輻射温度計
13 バイアス電源
14 温度調節計

10

【図1】

